

# GALERIJA KEMIJSKEGA INŠTITUTA



KEMIJSKI INŠTITUT

*sejalci znanja*

Ivan Grohar, *Sejalci*, 1907,  
Moderna galerija Ljubljana,  
© Narodna galerija, Ljubljana, 2016.

## UMETNO STANJE DUHA

Ali lahko GNGN usposobimo za ustvarjanje?



IGOR KUZMANOVSKI



**A**n Artificial State of Mind – Can we train Growing Neural Gas Network to create?  
An artificial neural network can be trained to recognize different patterns and relationships between data. This algorithm partially mimics the structure of our nervous system and brain.

Growing Neural Gas Network (GNGN) is an algorithm that learns the topological structure of the data and unlike other algorithms it does not make predictions. Instead while learning the topology GNGN represents the gathered data in the form of the graph (mathematical structure).

To start the training process we need first to represent the input images in a format that will be understandable for the GNGN. The right format for the GNGN would be a set of coordinates for all data points. The training of GNGN starts with three to four neurons. During the training GNGN grows in a direction of larger density of data points. The size of the GNGN depends on the number of training epochs and the number of data points.

After only one training epoch the progress can already be seen. The generated network, at this point, resembles some distinctive features of our original image. However, we still do not have enough neurons in order to capture more details. After more training epochs, the generated image starts to resemble the original. At that point you can notice that regions with large amounts of data points have been developed properly, but small features like eyes, nose and mouth have not been formed yet. To achieve an even more detailed image more training epochs should be used. The optimal number of epochs depends on (1) the image complexity as well as (2) the details that need to be “recognised” and constructed to achieve the perfect quality of the image.

Igor Kuzmanovski is a professor of chemistry at the University of Skopje and in the past made his post-doc in Slovenia at National Institute of Chemistry, Laboratory of Chemometrics. His main area of research is application of artificial intelligence (AI) algorithms in chemistry. In last two years he ex-





tensively worked on development of this original algorithm that could be used (1) first for drawing and (2) later for reproduction of various visual images, including art pieces. From that research he has found the process of creating and reproducing images with the Growing Neural Gas Network. Beside the inclination toward visual art professor Kuzmanovski has published three poems in Macedonian journals.

-

Umetno stanje uma - Ali lahko rastoče nevronske plinske mreže naučimo ustvarjati? Umetno nevronska mreža je mogoče naučiti prepoznavati različne vzorce in povezave med podatki. Tak algoritem delno posnema strukturo našega živčnega sistema in možganov. Rastoča nevronska plinska mreža (ang. Growing Neural Gas Network ali GNGN) je algoritem, ki se uči topološke strukture podatkov in za razliko od drugih algoritmov ne izdeluje napovedi. Namesto tega med učenjem topologije GNGN algoritem zbrane podatke predstavi v obliki

grafa (matematične strukture). Za začetek postopka učenja moramo vhodne slike najprej predstaviti v obliki, ki bo razumljiva za GNGN algoritem. Prava oblika GNGN mreže je niz koordinat za vse podatkovne točke. Učenje GNGN mreže se začne s tremi do štirimi nevroni. Med učenjem GNGN mreža raste v smeri večje gostote podatkovnih točk. Velikost GNGN mreže je odvisna od števila učnih nizov in števila podatkovnih točk. Že po enem učnem nizu je viden napredek. Ustvarjeno omrežje je na tej točki podobno nekaterim značilnim lastnostim izvirne slike. Vendar še vedno nimamo dovolj nevronov, da bi lahko zajeli več podrobnosti. Po več učnih nizih začne ustvarjena slika spominjati na izvirnik. Na tej točki se lahko opazi, da so področja z veliko količino podatkovnih točk ustrezno razvita, vendar majhne značilnosti, kot so oči, nos in usta, še niso oblikovane. Za še podrobnejšo sliko je potrebno uporabiti več učnih nizov. Optimalno število učnih nizov je torej odvisno od (1) kompleksnosti slike ter (2) podrobnosti, ki jih je treba "prepoznati" in oblikovati, da bi dosegli popolno kakovost slike. Igor Kuzmanovski je profesor kem-

ije na Univerzi v Skopju. V preteklosti je v Sloveniji opravil podoktorsko izobraževanje na Kemijskem inštitutu, v Laboratoriju za kemometrijo. Njegovo glavno raziskovalno področje je uporaba algoritmov umetne inteligence v kemiji. V zadnjih dveh letih se je intenzivno ukvarjal z razvojem tega izvirnega algoritma, da bi ga bilo mogoče uporabiti: (1) za risanje in (2) za reprodukcijo različnih vizualnih podob, vključno z umetniškimi deli. Na podlagi teh raziskav je odkril postopek ustvarjanja in reproduciranja slik z rastočo nevronske plinske mreže. Poleg ljubezni do vizualne umetnosti je profesor Kuzmanovski objavil tudi tri pesmi v makedonskih literarnih revijah.

Tekst: Igor Kuzmanovski







Razstava od 24. 11. 2022 do 10. 12. 2022

Kustos, oblikovanje, spremno besedilo: Jiri Kočica

Brezplačna spletna izdaja, letnica izdida: 2024

URL: <https://www.ki.si/o-institutu/galerija/igor-kuzmanovski-umetno-stanje-duha-november-2022/>

Založnik: Kemijski inštitut, Ljubljana

CIP: Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID 220704515

ISBN 978-961-7238-08-2 (PDF)

Kemijski inštitut  
Ljubljana, Slovenija

National Institute of  
Chemistry, Slovenia

Hajdrihova 19, Ljubljana  
[www.ki.si](http://www.ki.si) / 01 47 60 200